

شناخت مصالح ساختمانی

علی خان نصرافہانی

جلسہ ہفتم

آجر

جلسه هفتم

به کلاس درس اینجانب خوش آمدید





دانشکده معماری و شهرسازی

مصالح ساختمانی

مدرس:

علی خان نصر اصفهانی
دانشیار دانشگاه

بهمن ماه ۱۳۹۷

آجر

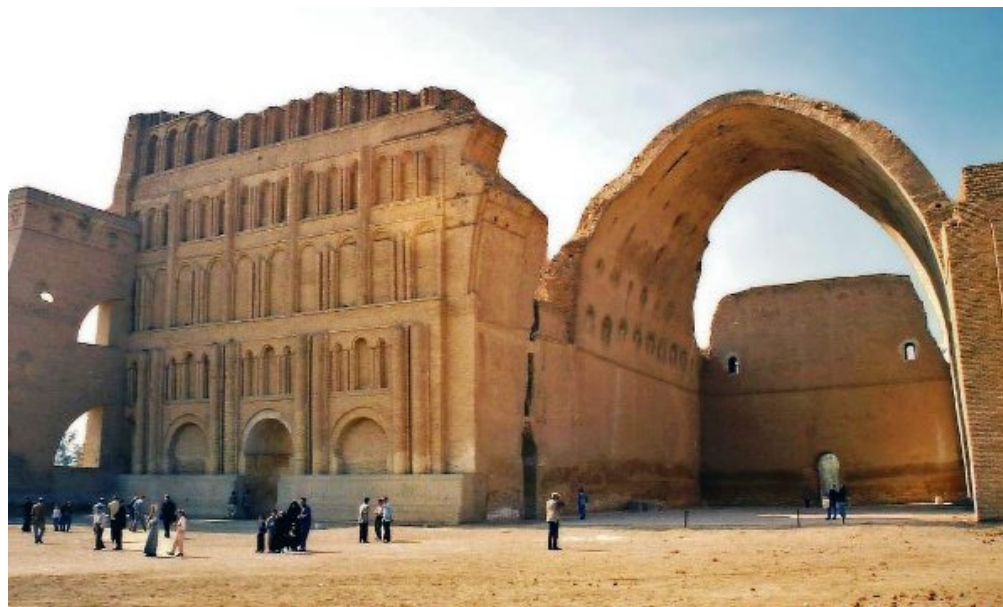


تاریخچه آجر

آجر یا آگور در یونانی به معنای خشت هایی بود که احکام و فرمان ها بر روی آن درج می شد.

زمان پیدایش آجر بدرستی معلوم نیست لیکن آن را به زمان پیدایش آتش نسبت می دهند.

نمونه هایی از ساختمانهای باستانی آجری



طاق کسری و کف دلان مسجد جامع اصفهان از نمونه های تاریخی استفاده از آجر است.

تعریف آجر

آجر سنگی است مصنوعی که از پختن خاک رس با استخوان بندی اصلی سنگ بدست می آید.

تهیه خاک رس مورد نیاز در عملیات تولید آجر

- خاک رس مورد استفاده در آجر پزی را می توان بدون خالص سازی هم به کار گرفت و فقط مواد آلی را باید حذف نمود.
- عدم حذف مواد آلی می تواند به باقی ماندن موادی همچون ریشه گیاهان در آن منجر گردد.
- ترکیبات آلی همچون ریشه گیاه سوخته و بصورت بخار آب و گاز از آجر خارج شده باعث ایجاد فضای خالی و کاهش تحمل فشار توسط آجر می گردد.

مواد تشکیل دهنده آجر طبق استاندارد ایران

ترکیب شیمیایی	حداقل درصد موجود در آجر	حداکثر درصد موجود در آجر
اکسید سیلیسیم	۴۰	۶۰
اکسید آلومینیوم	۹	۲۱
اکسید آهن	۳	۱۲
اکسید کلسیم	-	۱۷
اکسید منیزیم	-	۴

عمل آوردن خاک جهت تولید آجر

منظور از عمل آوردن خاک ایجاد خاکی یکدست و عاری از کلوخه و خصوصاً مواد آلی است.

در این مرحله خاک را هوا می دهند و اگر لازم باشد آن را آسیاب و نهایتاً الک می کنند تا ذرات درشت آن جدا شود.

ساختن گل از مواد اولیه تهیه آجر

- برای ساختن گل در حدود ۲۰ درصد وزن مواد اولیه به آن آب اضافه می نمایند.
- در تولید گل از فاضلاب استفاده نگردد.
- در آجر پزی های قدیمی برای جذب کامل آب توسط ذرات خاک، گل تولیدی را به مدت ۳ الی ۴ روز رها می کردند.
- آب موجود در آجر به دلیل تغییر حجم و ایجاد تخلخل پس از خشک شدن در آجر باید حداقل باشد.

قالب گیری آجر یا خشت زنی

قالبگیری در قدیم دستی و در کارخانجات آجر پزی جدید اتوماتیک است.

در صورتی که برای قالب زنی از پرس با ۸۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع استفاده شود آب موجود در گل به میزان ۸ درصد تقلیل یافته و نیازی به مرحله خشک کردن نیست.

خشک کردن خشت

- در قدیم برای خشک نمودن خشت پس از چند ساعت آن را از پهلو می خوابانیدن تا با افزایش سطح و عبور جریان هوا خشت زود تر خشک شود.
- در این روش سطح خشت ناهموار و بعضاً ترک خورده می شود.
- خشک شدن خشت در این روش بین ۳ الی ۱۵ روز طول می کشد.
- به دلیل اینکه روی آجر های معمولی بعداً با گچ کاری پوشانیده می شود نیازی به دقت زیاد در خشک کردن همانند صنعت کاشی کاری ندارد.
- امروزه در کارخانجات آجر پزی از تونل هوای گرم برای خشک نمودن خشت استفاده می شود.

نمایی از یک کارگاه سنتی آجر پزی



دالان خشت خشک کنی

تونلی که دو طرف آن باز بوده و به کمک لوله های آب گرم هوا گرم شده و خشت پس از ۴ الی ۷ روز خشک می گردد.

آجر پزی

آجر پزی یعنی تبخیر آب تبلور از خاک رس و تبدیل هیدروسلیکات آلومینیوم به سیلیکات آلومینیوم.

در این شرایط آجر می تواند نیروی ۱۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع را تحمل نماید.

برای انجام فرایند آجر پزی دمای ۹۰۰ درجه سانتیگراد لازم است.

انواع کوره های آجر پزی

- کوره آجر پزی با آجر ثابت و آتش ثابت.
- کوره آجر پزی با آجر ثابت و آتش رونده.
- کوره آجر پزی با آتش ثابت و آجر رونده.

کار کوره نوع اول ناپیوسته و کوره نوع دوم و سوم پیوسته است.

کوره با آتش ثابت و آجر ثابت

- قدیمی ترین نوع کوره آجر پزی می باشد.
- زمان پخت آجر در این کوره ها ۶ تا ۷ روز است.
- سوخت این کوره ها می تواند از هر نوعی باشد.
- عیب عمده این کوره عدم کنترل درجه حرارت در آن است.
- در این کوره ها آجرهای نپخته، پخته و یا آجر جوش تولید می گردد.
- مصرف انرژی در اینگونه کوره ها بالا است.

در کارگاههای ساختمانی که از شهر دور هستند می توانند برای تامین آجر مورد نیاز خود با کمک این کوره راساً اقدام نمایند.

کوره با آجر ثابت و آتش رونده

این کوره توسط یک معمار آلمانی به نام فردریک هوفمان ساخته شد و تا کنون نیز به همین نام معروف است.

این کوره از چند اتاقک تشکیل شده که به دودکش مرکزی متصل می باشد. لذا آتش از زیر وارد اتاقکها شده و دود آن از دودکش خارج می گردد.

حرارت در این کوره ها قابل کنترل بوده و تنها درصد کمی آجر جوش و یا آجر نپخته تولید می گردد.



نمونه ای از کوره های
آجر پزی هوفمان

کوره با آتش ثابت و آجر رونده

این کوره ها شبیه کوره های کاشی پزی است و برای تولید آجرهای با کیفیت از آنها استفاده می گردد.

آجرها بر روی واگن هایی قرار گرفته و از تونل حرارتی (کوره تونلی) عبور می کند تا پخته شود.

حرارت در اینگونه کوره ها بخوبی قابل کنترل بوده و حتی می تواند در بخشهایی از کوره زیاد و یا کم گردد.

انواع آجر

• **آجرهای فشاری:** با دست تولید می گردند.

• **آجرهای ماشینی:** با دستگاه تولید شده و معمولاً ۸ تا ۱۰ سوراخ دارند.

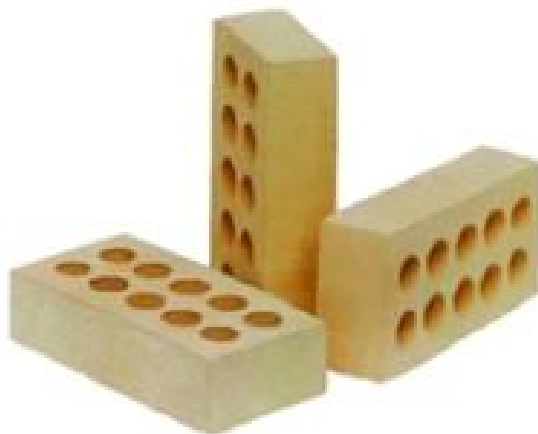
آجر ماشینی خاصیت مکنندگی آب کمی داشته و بهتر است در طاق ضربی استفاده نشود چون به ملات گچ خوب نمی چسبد.

آجر ماشینی به دلیل سوراخ دار بودن در دیوارهای عمودی مستحکم تر خواهند بود چون ملات در آن فرو می رود.

استاندارد آجر ماشینی

به موجب استاندارد ایران آجر ماشینی به آجری گفته می شود که در سطح بزرگتر آن سوراخهایی وجود داشته باشد و این سوراخها باید تمامی ضخامت آجر را طی نمایند.

همچنین مجموع سطح مقطع سوراخ آجرها نباید از ۲۵ درصد سطح بزرگ آجر بیشتر باشد.



رنگ آجرها

- آجر زرد رنگ که در بازار به آن آجر سفید می گویند.
- آجر زرد پر رنگ که به آن آجر بهی می گویند.
- آجر قرمز روشن
- آجر قرمز سیر
- آجر ابلق (قرمز و زرد) که به آن آجر بهمنی می گویند (دیگر در بازار وجود ندارد).

انواع آجر از لحاظ ابعاد

آجرها با ابعاد گوناگونی تولید می گردند لیکن همیشه یک سطح کوچک آن دو برابر سطح دیگر است.



مرغوبیت آجر

- آجر مرغوب به خوبی پخته شده و خاک رس موجود در آن به مرحله خمیری رسیده و موجب چسباندن ذرات آجر به یکدیگر شده است.
- رنگ آجر مرغوب باز و روشن است و رنگ آجر نامرغوب مات و غیر شفاف.
- از بهم زدن دو قطعه آجر مرغوب به هم صدای زنگ در خواهد آمد در حالی که آجر نامرغوب اینگونه نیست.
- آجر مرغوب در هنگام تخلیه به تعداد اندک می شکند و تحمل ضربه را زیاد دارد.
- آجر مرغوب چون توپ‌تر است از آجر نامرغوب سنگین تر بوده و با دست می توان آنها را با هم مقایسه نمود.
- میزان پیچیدگی آجر مرغوب نباید از ۱ میلیمتر بیشتر باشد.

خاصیت جذب آب توسط آجر

هرچه خاصیت مکنندگی آب توسط آجر بیشتر باشد آجر در اثر تماس با ملات محکم تر به هم خواهد چسبید.

اگر خاصیت مکنندگی آب مصالح زیاد باشد بلافاصله تمام آب را جذب نموده و ملات را قبل از اتمام واکنش های شیمیایی سخت شدن خشک می نماید.

تعیین میزان خاصیت مکندگی آب

آجر خشک را با دقت یک دهم گرم وزن نموده و آن را برای ۲۴ ساعت در آب معمولی قرار می دهیم و سپس دوباره آن را با همان دقت وزن می نماییم.

درصد جذب آب توسط آجر

$$۱۰۰ \times \text{وزن آجر خشک} / (\text{وزن آجر خشک} - \text{وزن آجر آبدار})$$

طبق استاندارد ایران میزان جذب آب در آجر مرغوب ۱۵٪ در آجر درجه دو ۱۶٪ و در آجر درجه سه ۱۸٪ می باشد.

وزن مخصوص آجر

وزن مخصوص متوسط آجر مرغوب در حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.

بهترین درصد جذب آب توسط آجر

بهترین درصد جذب آب برای آجر ۱۳ الی ۱۵ درصد می باشد.

مصرف مصالحی که درصد جذب آب در آنها کم است به دلیل عدم استحکام کافی در
نمای ساختمان پیشنهاد نمی گردد.

اجزاء آجر

- آجر سه قد (سه چهارم آجر کامل)
- آجر نیمه (یک دوم آجر کامل)
- چارک (یک چهارم آجر کامل)
- کلوک (کوچک تر از یک چهارم آجر کامل)
- و...

تیشه داری آجر

صاف و گونیا نمودن آجرهای ناصاف را تیشه داری آجر می نامند.

آجر جوش

آجری که زیاد حرارت دیده و خاک رس آن ذوب شده و شیشه ای شده است را آجر جوش گویند.

این آجر خاصیت جذب آب بسیار کمی دارد.

این آجر ترد و شکننده است ولی به دلیل عدم نفوذ آب در آن در مقابل شرایط جوی مقاوم تر هستند

تولید آجر جوش

- برای تولید آجر جوش باید درصد مواد گداز آور مانند اکسیدهای آهن در مصالح اولیه زیاد باشد.
- دمای کوره تولید آجر جوش باید حدود ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد باشد.
- باید با انجام آزمایشات قبل از حرارت دهی از ذوب و تغییر شکل آجر جلوگیری نمود.
- بهتر است در تولید آجر جوش از موادی استفاده گردد که فاصله میان مرحله عرق کردن و مرحله روان شدن آنها زیاد باشد.

امراض آجر

- **الوئک:** در صورتی که سنگ آهک در آجر وجود داشته باشد در اثر حرارت کوره گاز کربنیک آن خارج شده و تبدیل به آهک می گردد. این آهک در صورتی که با آب تماس پیدا کند شکفته شده، ازدیاد حجم می یابد و آجر را می ترکاند.
- **سفیدک:** اگر در آجر نمکهای کربنات، سولفات، نیترات و یا کلرور وجود داشته باشد در اثر نفوذ آب بارانی که حاوی اسید کربنیک است شوره هایی بر روی سطح آجر ایجاد خواهد شد.

آجر ماسه آهکی

- ۹۵ درصد آجر ماسه آهکی را ماسه ای از جنس SiO_2 تشکیل می دهد. این ماسه باید فاقد مواد آلی بوده و مقدار اکسید منیزیم و خاک رس آن کم بوده و مجموع این دو ترکیب نباید از ۳ درصد بیشتر باشد.
- آهک مورد استفاده در این نوع آجر باید خالص بوده و حداقل ۹۰ درصد آن را CaO تشکیل دهد و این آهک باید قبل از قالب گیری کاملاً هیدراته شده باشد.
- درصد آهک موجود در این نوع آجر باید مابین ۶ الی ۸ درصد باشد. لازم به ذکر است که هرچه ماسه ریزدانه تر باشد مقدار آهک مصرفی به دلیل سطح زیادتر دانه های ماسه بیشتر خواهد بود.
- برای تولید این نوع آجر نباید از فاضلاب کارخانجات استفاده گردد.

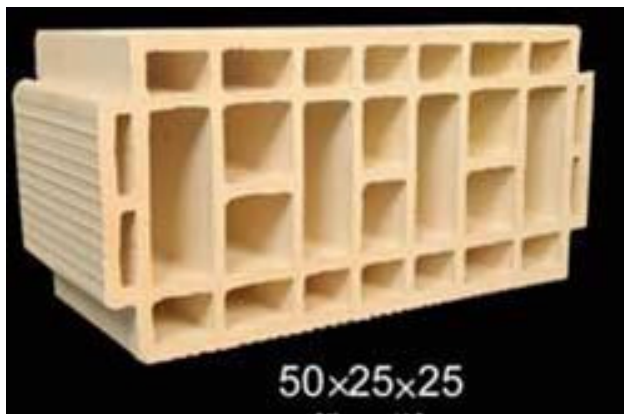
پخت آجرهای ماسه آهکی

- مواد اولیه باید قبل از پخت به خوبی مخلوط شده و تمام آهک آن به خوبی هیدراته گردد تا در اثر افزایش حجم آهک آجر منهدم نگردد.
- برای هیدراته نمودن کامل آهک می توان از بخار تحت فشار استفاده نمود.
- حرارت و فشار در پخت آهک بسیار مهم هستند. هرچقدر فشار بیشتر باشد زمان پخت کوتاه تر خواهد بود. اقتصادی ترین فشار پخت ۱۵ اتمسفر می باشد که در این شرایط زمان پخت حدود ۵ ساعت خواهد بود.

بلوک سفالی

- در بازار ایران به آجرهای سفالی که به دلیل وجود سوراخهای زیاد در آن حجم بالا و وزن کم دارند بلوک سفالی می گویند.
- بلوکهای سفالی به دوسته تقسیم می شوند:
 - ۱- بلوک تیغه ای
 - ۲- بلوک سقفی

نمونه هایی از آجرهای سفال



بلوکهای سقفی



نمونه هایی از بلوک های تیغه ای



پایدار باشید

